

## 明 細 書

## 内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法

## 5 技術分野

本発明は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置および吸入空気量算出方法に関する。

## 背景技術

- 10 従来から、特許文献 1 は、圧縮行程中の 2 点において検出された筒内圧力に基づいて、筒内に吸入された空気の量を算出する内燃機関の制御装置を開示している。この内燃機関の制御装置は、圧縮行程中の点火時期前の 2 点において検出された筒内圧力の偏差を求め、予め用意されているマップ（テーブル）から、求めた偏差に対応する空気量を読み出す。そして、当該制御装置は、上述
- 15 のようにして求めた空気量に対応した量の燃料をインジェクタから筒内に噴射させる。

- しかしながら、吸入空気量と、圧縮行程中の点火時期前の 2 点において検出された筒内圧力の偏差との関係を高精度に規定するマップを作成する容易なことではない。このため、従来の内燃機関では、吸入空気量を精度よく求めること
- 20 とが困難となっていた。

【特許文献 1】 特開平 9 - 5 3 5 0 3 号公報

## 発明の開示

- 本発明は、筒内に吸入された空気の量を低負荷で精度よく算出可能とする実
- 25 用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法を提供する。

本発明による内燃機関の制御装置は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、筒内圧検出手段と、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、演算手段により吸  
5 気行程中の少なくとも2点について算出された制御パラメータに基づいて、筒内に吸入される空気の量を算出する吸入空気量算出手段とを備えることを特徴とする。

制御パラメータは、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であると好  
10 ましい。

吸入空気量算出手段は、上記2点間における制御パラメータの差分に基づいて筒内に吸入される空気の量を算出すると好ましい。

更に、吸入空気量算出手段は、上記2点間における制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量を算  
15 出すると好ましい。

また、制御パラメータが算出される上記2点は、吸気弁の開閉タイミングに応じて設定されると好ましい。

本発明による内燃機関の吸入空気量算出方法は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の吸入空気量算出方法であって、

- 20 (a) 筒内圧力を検出するステップと、  
(b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、  
(c) 吸気行程中の少なくとも2点について算出された制御パラメータに基づいて、筒内に吸入される空気の量を算出するステップとを含むものである。

25 制御パラメータは、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の

検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であると好ましい。

ステップ(c)は、上記2点間における制御パラメータの差分に基づいて筒内に吸入される空気の量を算出することを含むと好ましい。

ステップ(c)は、上記2点間における制御パラメータの差分と、シリンダ  
5 壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量を算出することを含むと好ましい。

本発明による内燃機関の吸入空気量算出方法は、制御パラメータが算出される上記2点を、吸気弁の開閉タイミングに応じて変化させるステップを更に含むと好ましい。

10

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明において用いられる制御パラメータ $P V^{\kappa}$ と、燃焼室内における熱発生量との相関を示すグラフである。

図2は、燃焼室内における熱発生量と制御パラメータ $P V^{\kappa}$ との相関を示す  
15 グラフである。

図3は、本発明による内燃機関の概略構成図である。

図4は、図3の内燃機関の各燃焼室に吸入される空気の量を算出する手順を説明するためのフローチャートである。

#### 20 発明を実施するための最良の形態

本発明者らは、演算負荷の低減化を図りつつ、筒内に吸入される空気の量を精度よく求めて内燃機関の良好な制御を可能にするために鋭意研究を重ねた。

その結果、本発明者らは、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータ

25 に着目するに至った。より詳細には、本発明者らは、クランク角が $\theta$ である際

に筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力を  $P(\theta)$  とし、クランク角が  $\theta$  である際の筒内容積を  $V(\theta)$  とし、比熱比を  $\kappa$  とした場合に、筒内圧力  $P(\theta)$  と、筒内容積  $V(\theta)$  を比熱比（所定の指数） $\kappa$  で累乗した値  $V^\kappa(\theta)$  との積として得られる制御パラメータ  $P(\theta) \cdot V^\kappa(\theta)$ （以下、適宜「 $P V^\kappa$ 」と記す）に着目した。そして、本発明者らは、クランク角に対する内燃機関の筒内における熱発生量  $Q$  の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ  $P V^\kappa$  の変化パターンとは、図 1 に示されるような相関を有することを見出した。ただし、図 1 において、 $-360^\circ$ 、 $0^\circ$  および  $360^\circ$  は、上死点に、 $-180^\circ$  および  $180^\circ$  は、下死点に対応する。

図 1 において、実線は、所定のモデル気筒において所定の微小クランク角おきに検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の比熱比  $\kappa$  で累乗した値との積である制御パラメータ  $P V^\kappa$  をプロットしたものである。また、図 1 において、破線は、上記モデル気筒における熱発生量  $Q$  を次の (1) 式に基づき、 $Q = \int dQ$  として算出・プロットしたものである。なお、何れの場合も、簡単のために、 $\kappa = 1.32$  とした。

【数 1】

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left\{ \frac{dP}{d\theta} \cdot V + \kappa \cdot P \cdot \frac{dV}{d\theta} \right\} \cdot \frac{1}{\kappa - 1} \quad \dots (1)$$

図 1 に示される結果からわかるように、クランク角に対する熱発生量  $Q$  の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ  $P V^\kappa$  の変化パターンとは、概ね一致（相似）している。更に、本発明者らは、吸気行程中、すなわち、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間における熱発生量  $Q$  と制御パラメータ  $P V^\kappa$  との相関に注目した。図 2 に示されるように、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間（図 2 の例では、クランク角が  $-353^\circ$  から  $-127^\circ$  の範囲）において、制御パラメータ  $P V^\kappa$  は、熱発生量  $Q$  に概ね比例して増加する。

ここで、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間に筒内に吸入される空気のエネルギーは、吸入空気量に比例する。そして、筒内に吸入される空気のエネルギーは、吸気弁開弁時および吸気弁閉弁時といった吸気行程中の少なくとも2点間における熱発生量 $Q$ の変動分から求めることができる。従って、本発明者ら

5 によって見出された筒内における熱発生量 $Q$ と制御パラメータ $P V^k$ との相関を利用すれば、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータ $P V^k$ から、高負荷な演算処理を要することなく、筒内に吸入された空気の量を精度よく算出することが可能となる。

10 この場合、好ましくは、上記2点間における制御パラメータ $P V^k$ の差分に基づいて所定の筒内に吸入された空気の量が算出される。上述のように、本発明者らが着目した制御パラメータ $P V^k$ は、内燃機関の筒内における熱発生量 $Q$ を反映するものである。また、吸気行程中の2点間における制御パラメータ $P V^k$ の差分は、当該2点間における筒内での熱発生量、すなわち、上記2点

15 間で筒内に吸入された空気のエネルギーを示し、極めて低負荷で算出し得るものである。従って、吸気行程中の2点間における制御パラメータ $P V^k$ の差分を利用すれば、演算負荷を大幅に低減させつつ吸入空気量を精度よく算出することが可能となる。

また、上記2点間における制御パラメータ $P V^k$ の差分と、シリンダ壁部に

20 伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量が算出されると好ましい。このように、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーを考慮して、制御パラメータ $P V^k$ の差分に基づいて算出される吸入空気量を補正することにより、吸入空気量の算出精度をより一層向上させることが可能となる。

更に、制御パラメータ $P V^k$ が算出される2点は、吸気弁の開閉タイミング

25 に応じて設定されると好ましい。これにより、いわゆる可変バルブタイミング

機構を備えた内燃機関においても、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて筒内に吸入される空気の量を精度よく算出することが可能となる。

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について具体的に説明する。

- 5      図3は、本発明による内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、シリンダブロック2に形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4を往復移動させることにより動力を発生するものである。内燃機関1は多気筒エンジンとして構成されると好ましく、本実施形態の内燃機関1は、例えば4気筒エンジンとして構成され
- 10      る。

- 各燃焼室3の吸気ポートは、吸気管（吸気マニホールド）5にそれぞれ接続され、各燃焼室3の排気ポートは、排気管6（排気マニホールド）にそれぞれ接続されている。また、内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気弁  $V_i$  および排気弁  $V_e$  が燃焼室3ごとに配設されている。各吸気弁  $V_i$  は、対応する吸気
- 15      ポートを開閉し、各排気弁  $V_e$  は、対応する排気ポートを開閉する。各吸気弁  $V_i$  および各排気弁  $V_e$  は、例えば、可変バルブタイミング機能を有する動弁機構（図示省略）によって動作させられる。更に、内燃機関1は、気筒数に応じた数の点火プラグ7を有し、点火プラグ7は、対応する燃焼室3内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

- 20      吸気管5は、図3に示されるように、サージタンク8に接続されている。サージタンク8には、給気ライン  $L_1$  が接続されており、給気ライン  $L_1$  は、エアクリーナ9を介して図示されない空気取入口に接続されている。そして、給気ライン  $L_1$  の中途（サージタンク8とエアクリーナ9との間）には、スロットルバルブ（本実施形態では、電子制御式スロットルバルブ）10が組み込ま
- 25      れている。一方、排気管6には、図3に示されるように、三元触媒を含む前段

触媒装置 11 a および NO<sub>x</sub> 吸蔵還元触媒を含む後段触媒装置 11 b が接続されている。

更に、内燃機関 1 は、複数のインジェクタ 12 を有し、各インジェクタ 12 は、図 3 に示されるように、対応する燃焼室 3 内に臨むようにシリンダヘッド  
5 に配置されている。また、内燃機関 1 の各ピストン 4 は、いわゆる深皿頂面型に構成されており、その上面に、凹部 4 a を有している。そして、内燃機関 1 では、各燃焼室 3 内に空気を吸入させた状態で、各インジェクタ 12 から各燃焼室 3 内のピストン 4 の凹部 4 a に向けてガソリン等の燃料が直接噴射される。これにより、内燃機関 1 では、点火プラグ 7 の近傍に燃料と空気との混合気の  
10 層が周囲の空気層と分離された状態で形成（成層化）されるので、極めて希薄な混合気を用いて安定した成層燃焼を実行することが可能となる。なお、本実施形態の内燃機関 1 は、いわゆる直噴エンジンとして説明されるが、これに限られるものではなく、本発明が吸気管（吸気ポート）噴射式の内燃機関に適用され得ることはいうまでもない。

15 上述の各点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、各インジェクタ 12 および動弁機構等は、内燃機関 1 の制御装置として機能する ECU 20 に電氣的に接続されている。ECU 20 は、何れも図示されない CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、記憶装置等を含むものである。ECU 20 には、図 3 に示されるように、内燃機関 1 のクランク角センサ 14 を始めとした各種セン  
20 サが電氣的に接続されている。ECU 20 は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、インジェクタ 12、動弁機構等を制御する。

また、内燃機関 1 は、半導体素子、圧電素子あるいは光ファイバ検出素子等  
25 を含む筒内圧センサ（筒内圧検出手段）15 を気筒数に応じた数だけ有してい

る。各筒内圧センサ 15 は、対応する燃焼室 3 内に受圧面が臨むようにシリンダヘッドに配設されており、ECU 20 に電氣的に接続されている。各筒内圧センサ 15 は、対応する燃焼室 3 における筒内圧力を検出し、検出値を示す信号を ECU 20 に与える。更に、内燃機関 1 は、サージタンク 8 内の空気温度を 5 検出する温度センサ 16 を有している。温度センサ 16 は、ECU 20 に電氣的に接続されており、検出したサージタンク 8 内の空気温度を示す信号を ECU 20 に与える。

次に、図 4 を参照しながら、上述の内燃機関 1 の各燃焼室 3 に吸入される空気の量の算出手順について説明する。

- 10 内燃機関 1 が始動されると、図 4 に示されるように、ECU 20 は、各種センサの検出値に基づいて、機関回転数等の内燃機関 1 の運転条件を取得する (S 10)。更に、ECU 20 は、内燃機関 1 の運転条件を取得すると、各燃焼室 3 に吸入される空気の量を算出するために必要な筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角  $\theta_1$  および  $\theta_2$  (ただし、 $\theta_1 < \theta_2$ ) を決定する (S 12)。
- 15 本実施形態では、クランク角が  $\theta_1$  となる第 1 のタイミングは、吸気弁 V i の開弁時と一致し、クランク角が  $\theta_2$  となる第 2 のタイミングは、吸気弁 V i の閉弁時と一致する。

- ここで、本実施形態の内燃機関 1 では、吸気弁 V i の開閉タイミングが動弁機構によって機関回転数等の運転条件に応じて変化させられる。このため、S
- 20 12 において、ECU 20 は、機関運転条件に応じた動弁機構による吸気弁 V i の進角量を求めると共に、求めた進角量と吸気弁 V i の基本開閉タイミングとから、筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角  $\theta_1$  および  $\theta_2$  を決定する。このように、筒内圧力が検出される第 1 および第 2 タイミング、すなわち、制御パラメータ  $P V^*$  が算出されることになる 2 点は、吸気弁 V i の開閉タイ
- 25 ミングに応じて設定されると好ましい。これにより、可変バルブタイミング機



構を備えた内燃機関 1 において、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて各燃焼室 3 内に吸入される空気の量を精度よく算出することが可能となる。

その後、ECU 20 は、図示されないアクセル位置センサからの信号等に基づいて内燃機関 1 の目標トルクを定めると共に、予め用意されているマップ等  
5 を用いて目標トルクに応じた吸入空気量（スロットルバルブ 10 の開度）および各インジェクタ 12 からの燃料噴射量（燃料噴射時間）を設定する。更に、ECU 20 は、スロットルバルブ 10 の開度を制御すると共に、各インジェクタ 12 から定められた量の燃料を例えば吸気行程中に噴射させる。また、ECU 20 は、点火制御用ベースマップに従って、各点火プラグ 7 による点火を実  
10 行させる。

これと並行して、ECU 20 は、クランク角センサ 14 からの信号に基づいて内燃機関 1 のクランク角をモニタしている。そして、ECU 20 は、燃焼室 3 ごとに、クランク角が S 12 にて定められた値  $\theta_1$ （第 1 のタイミング）になると、筒内圧センサ 15 からの信号に基づいて、その時の筒内圧力  $P(\theta_1)$   
15 を求める（S 14）。更に、ECU 20 は、燃焼室 3 ごとに、求めた筒内圧力  $P(\theta_1)$  と、筒内圧力  $P(\theta_1)$  の検出時、すなわち、クランク角が  $\theta_1$  となる時の筒内容積  $V(\theta_1)$  を比熱比  $\kappa$ （本実施形態では、 $\kappa = 1.32$ ）で累乗した値との積である制御パラメータ  $P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)$  を算出し、RAM の所定の記憶領域に記憶させる（S 16）。

20 S 16 の処理の後、ECU 20 は、燃焼室 3 ごとに、クランク角が S 12 にて定められた値  $\theta_2$ （第 2 のタイミング）になると、筒内圧センサ 15 からの信号に基づいて、その時の筒内圧力  $P(\theta_2)$  を求める（S 18）。更に、ECU 20 は、燃焼室 3 ごとに、求めた筒内圧力  $P(\theta_2)$  と、筒内圧力  $P(\theta_2)$  の検出時、すなわち、クランク角が  $\theta_2$  となる時の筒内容積  $V(\theta_2)$  を比熱比  
25  $\kappa$ （本実施形態では、 $\kappa = 1.32$ ）で累乗した値との積である制御パラメー

タ  $P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2)$  を算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる(S20)。

上述のようにして、制御パラメータ  $P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)$  および  $P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2)$  を求めると、ECU20は、燃焼室3ごとに、第1および第2のタイミ  
5 イミングの間における制御パラメータ  $P V^\kappa$  の差分を、

$$\Delta P V^\kappa = P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2) - P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)$$

として算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる(S22)。

ここで、制御パラメータ  $P V^\kappa$  は、上述のように、内燃機関1の各燃焼室3  
内における熱発生量Qに概ね比例するものであり(図2参照)、吸気行程中の  
10 2点間、すなわち、第1のタイミング(吸気弁開弁時)と第2のタイミング(吸  
気弁閉弁時)との間における制御パラメータ  $P V^\kappa$  の差分  $\Delta P V^\kappa$  は、クランク  
角  $= \theta_1$  となる第1のタイミングと、クランク角  $= \theta_2$  となる第2のタイミング  
との間における各燃焼室3での熱発生量、すなわち、吸気弁  $V_i$  が開弁されて  
から閉弁されるまでの間に各燃焼室3に吸入された空気のエネルギーに比例する  
15 ものである。そして、吸気弁  $V_i$  が開弁されてから閉弁されるまでの間に各燃  
焼室3内に吸入される空気のエネルギーは、吸入空気量に比例する。

従って、各燃焼室3に吸入された空気の量  $M_c$  は、差分  $\Delta P V^\kappa$  の熱発生量  
Qに対する比例定数を  $\alpha$  とすれば、次の(2)式に従って算出することができる。

20 【数2】

$$M_c = \frac{\alpha \cdot \Delta P V^\kappa - Q_w}{\frac{\kappa}{\kappa-1} R T_{in}} \quad \dots (2)$$

ただし、 $Q_w$  : シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー、 $\kappa$  : 比熱比(本実施形態では、例えば  $\kappa = 1.32$ )、 $R$  : 気体定数、 $T_{in}$  : 吸入空気の温度である。

図4に示されるように、ECU20は、S22にて求めた第1のタイミング

と第2のタイミングとの間における制御パラメータ $P V^k$ の差分 $\Delta P V^k$ 、温度センサ16によって検出される吸入空気（サージタンク8内の空気）の温度、および、所定のマップから読み出したシリンダ壁部に伝わる熱エネルギー $Q_w$ を用いると共に、上記（2）式に従って、吸気弁 $V_i$ が開弁されている間に各燃  
5 焼室3内に吸入された空気の量を算出する（S24）。

このように、各燃焼室3における熱発生量 $Q$ と制御パラメータ $P V^k$ との相関を利用すれば、筒内圧センサ15によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータ $P V^k$ から、各燃焼室3に吸入された空気の量を高負荷な演算処理を要することなく  
10 精度よく算出することが可能となる。そして、ECU20は、上述のようにして算出した各燃焼室3への吸入空気量 $M_c$ を用いて、例えば内燃機関1における空燃比制御等を実行する。従って、本実施形態の内燃機関1では、高精度な機関制御が低負荷で簡易に実行されることになる。特に、内燃機関1では、吸気行程中の2点間における制御パラメータ $P V^k$ の差分 $\Delta P V^k$ に基づいて吸  
15 入空気量が算出されるので、圧縮行程中の2点における筒内圧力に基づいて吸入空気量を求める場合のように、燃料の噴射タイミングが遅れてしまって筒内における燃焼不良を招いてしまうといった不具合が確実に防止される。

また、本実施形態では、上記（2）式に従って吸入空気量が算出される際に、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー $Q_w$ によって、制御パラメータ $P V^k$ の差分  
20  $\Delta P V^k$ に基づいて算出される吸入空気量が補正されることになる。これにより、本実施形態では、吸入空気量 $M_c$ の算出精度をより一層向上させることが可能となる。なお、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー $Q_w$ を求めるためのマップは、熱エネルギー $Q_w$ と、吸入空気の温度およびシリンダ壁部の温度等との関係を規定するものとして予め用意されており、ECU20は、温度センサ16  
25 の検出値や、図示されない温度センサにより検出されるシリンダ壁部の温度等

に基づいて、当該マップからシリンダ壁部に伝わる熱エネルギー $Q_w$ を読み出す。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、筒内に吸入された空気の量を低負荷で精度よく算出可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法の実現に有用

5 である。

## 請 求 の 範 囲

1. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

5 筒内圧検出手段と、

前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、

前記演算手段により吸気行程中の少なくとも2点について算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内に吸入される空気の量を算出する吸入空気  
10 量算出手段とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

2. 前記制御パラメータは、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

3. 前記吸入空気量算出手段は、前記2点間における前記制御パラメータの  
15 差分に基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の制御装置。

4. 前記吸入空気量算出手段は、前記2点間における前記制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の制御装置。

20 5. 前記制御パラメータが算出される前記2点は、吸気弁の開閉タイミングに応じて設定されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

6. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の吸入空気量算出方法であって、

(a) 筒内圧力を検出するステップと、

25 (b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における

る筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、

(c) 吸気行程中の少なくとも2点について算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内に吸入される空気の量を算出するステップとを含む内燃機関の吸入空気量算出方法。

5 7. 前記制御パラメータは、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であることを特徴とする請求項6に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

8. ステップ(c)は、前記2点間における前記制御パラメータの差分に基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを含む請求項7に記載の  
10 内燃機関の吸入空気量算出方法。

9. ステップ(c)は、前記2点間における前記制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを含む請求項8に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

10. 前記制御パラメータが算出される前記2点を吸気弁の開閉タイミング  
15 に応じて変化させるステップを更に含む請求項6に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

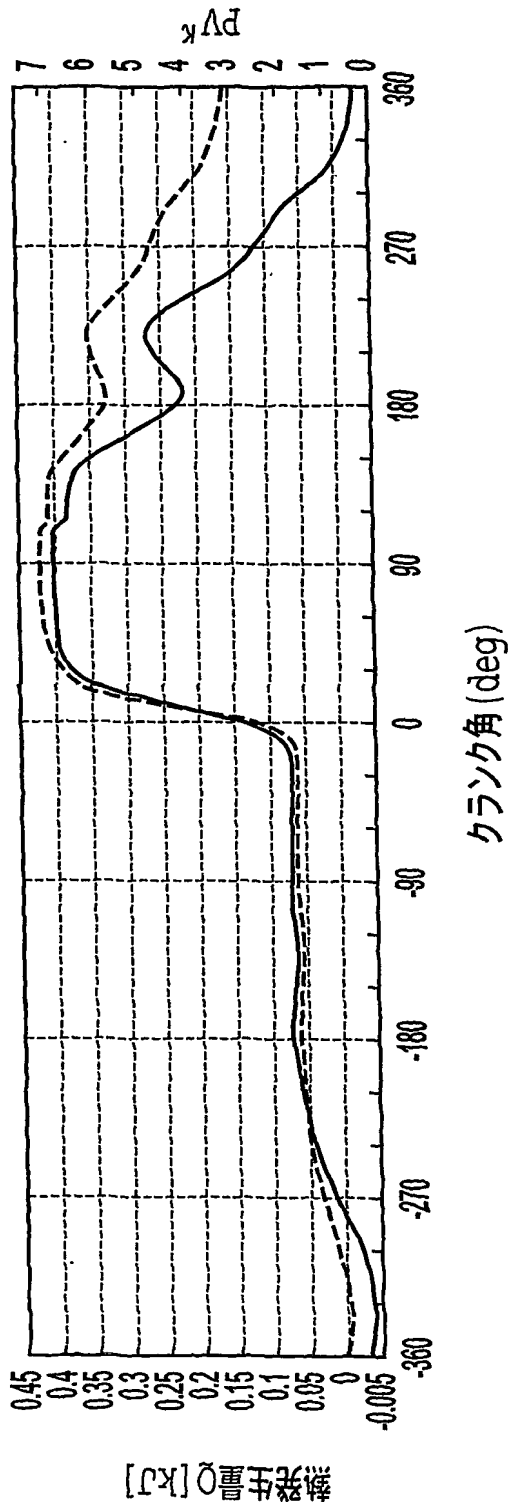


FIG.1

2/4

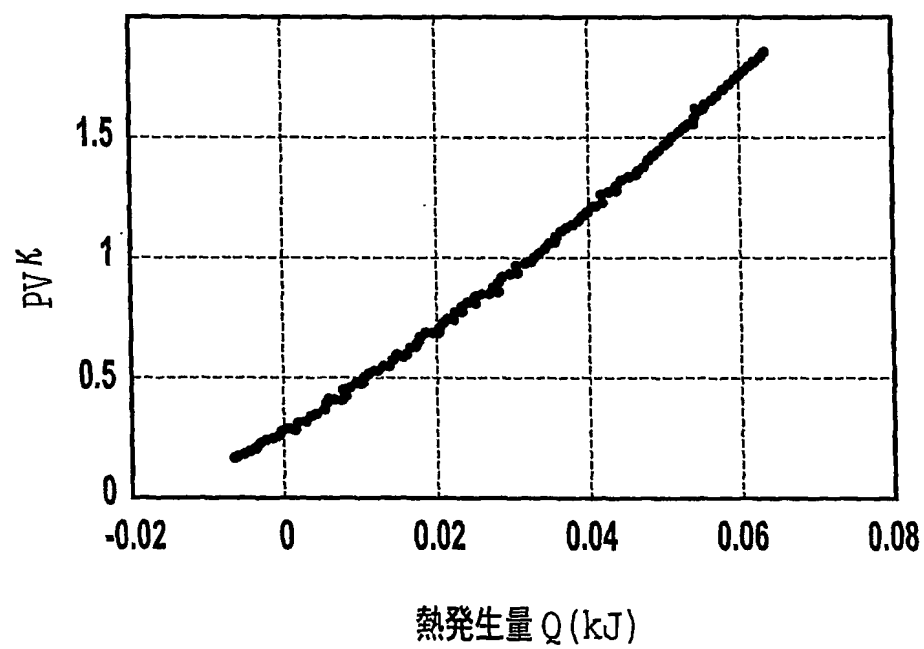


FIG.2



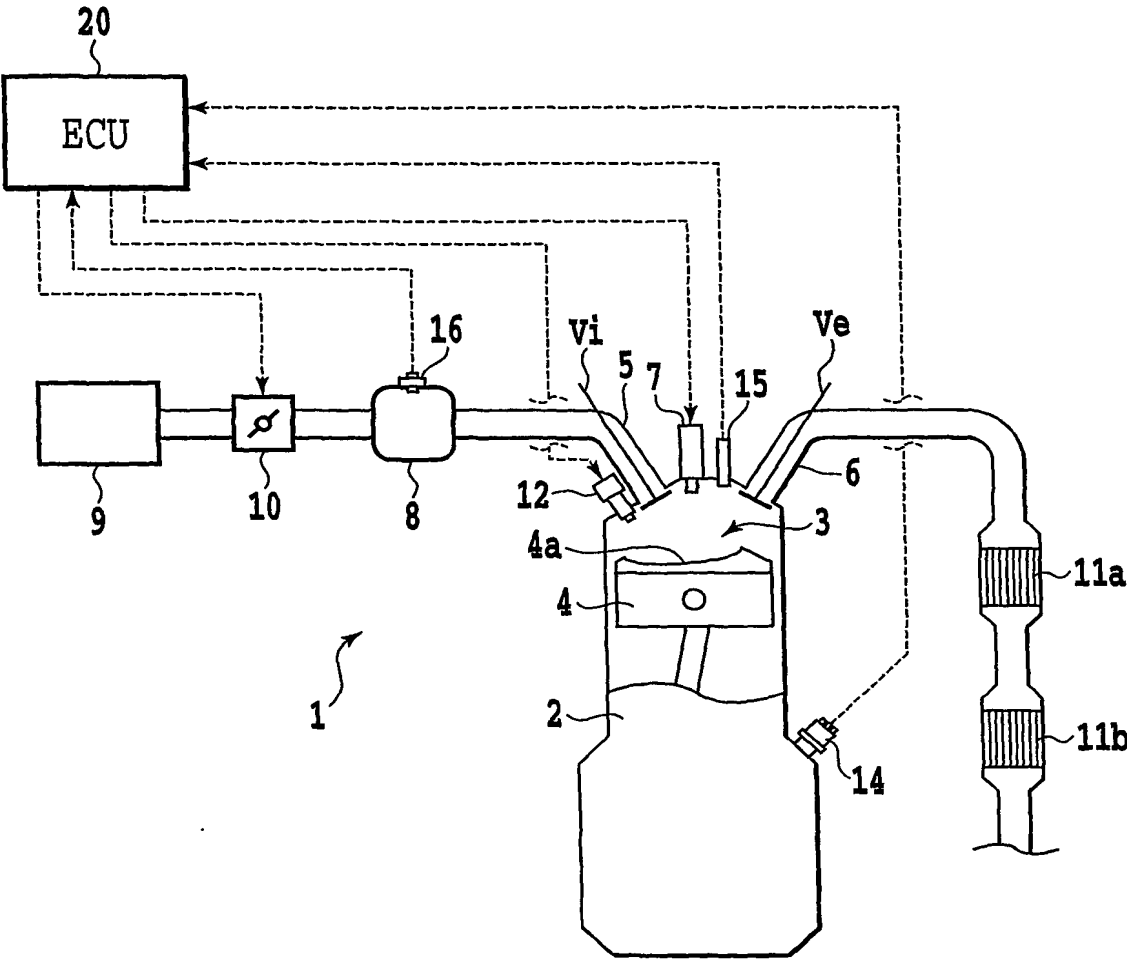


FIG.3

4/4

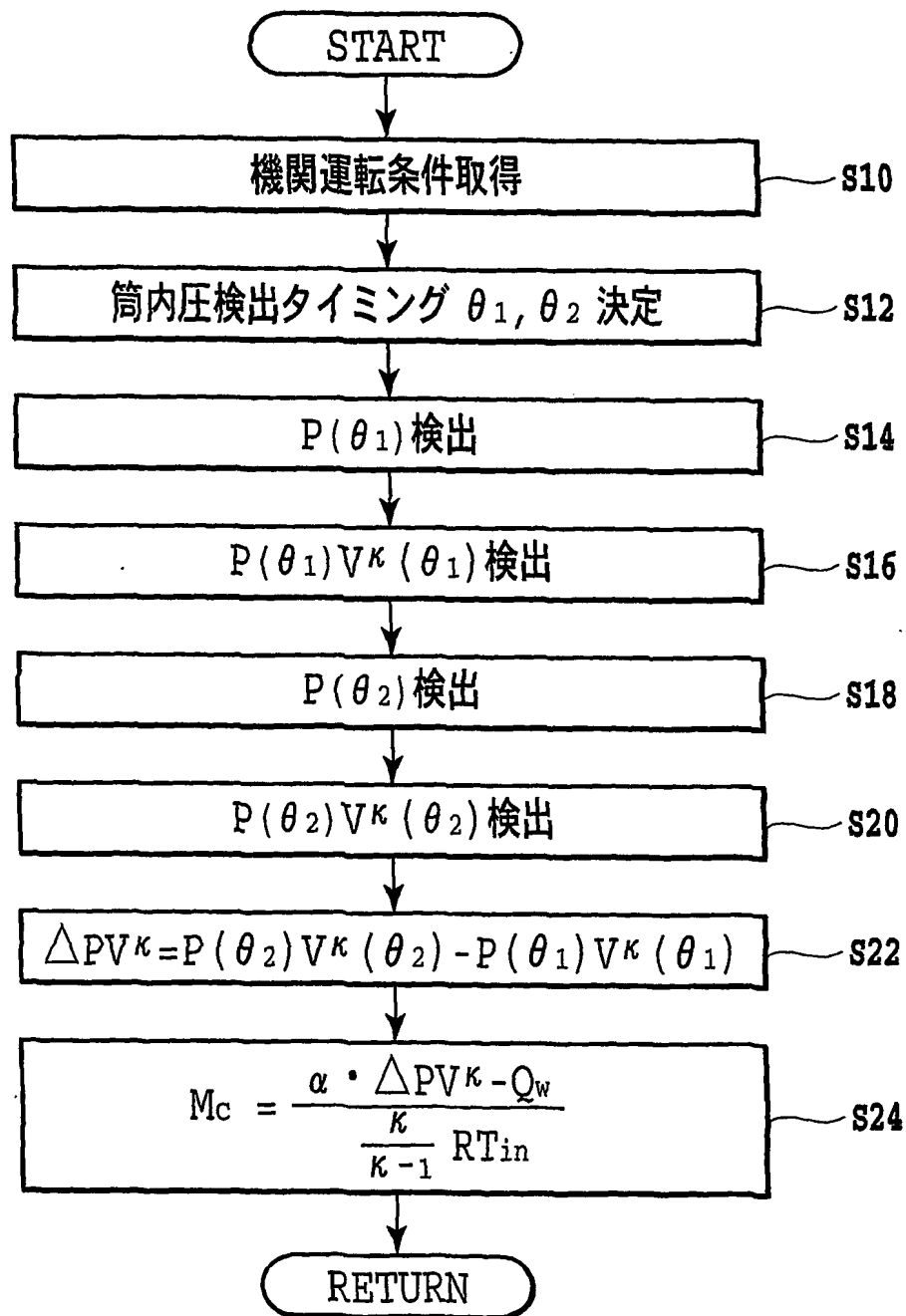


FIG.4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010078

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F02D41/18, F02D45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F02D41/18, F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 7-133742 A (Nissan Motor Co., Ltd.),<br>23 May, 1995 (23.05.95),<br>Par. Nos. [0032] to [0036]<br>(Family: none)       | 1, 6<br>2-3, 7-8      |
| Y         | JP 2001-207889 A (Nissan Motor Co., Ltd.),<br>03 August, 2001 (03.08.01),<br>Par. Nos. [0073] to [0076]<br>(Family: none) | 2-3, 7-8              |
| A         | JP 9-53503 A (Hitachi, Ltd.),<br>25 February, 1997 (25.02.97),<br>Full text<br>(Family: none)                             | 1-10                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 August, 2004 (02.08.04)

Date of mailing of the international search report  
17 August, 2004 (17.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

|  |                                      |  |  |
|--|--------------------------------------|--|--|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))<br>Int. Cl <sup>7</sup> F02D41/18, F02D45/00   |                                      |  |  |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int. Cl <sup>7</sup> F02D41/18, F02D45/00   |                                      |  |  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2004年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2004年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2004年   |                                      |  |  |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  |                                      |  |  |
| C. 関連すると認められる文献  |                                      |  |  |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示    | 関連する<br>請求の範囲の番号                                       |  |
| X  | J P. 7-133742 A (日産自動車株式会社) 1995. 0  | 1, 6   |  |
| Y  | 5. 23, 段落【0032】-【0036】 (ファミリーなし)     | 2-3, 7-8   |  |
| Y  | J P 2001-207889 A (日産自動車株式会社) 200    | 2-3, 7-8   |  |
|  | 1. 08. 03, 段落【0073】-【0076】 (ファミリーなし) |  |  |
| A  | J P 9-53503 A (株式会社日立製作所) 1997. 0    | 1-10   |  |
|  | 2. 25, 全文 (ファミリーなし)                  |  |  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。   |                                      |  |  |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |                                      |  |  |
| 国際調査を完了した日<br>02. 08. 2004   |                                      | 国際調査報告の発送日<br>17. 8. 2004                              |  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  |                                      | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>所村 陽一<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3355 |  |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**